



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pengembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berjalan sangat pesat. Pada tahun 1968, luas areal baru 120.000 hektare dan menjadi 5,16 juta hektare pada tahun 2005, 7,0 juta hektare pada 2008 dan 7,3 juta hektare pada 2009. Luas perkebunan kelapa sawit terbesar berada di Pulau Sumatra yaitu sebesar 4.280.094 hektare atau 76,46% dari total areal perkebunan kelapa sawit nasional. Di wilayah ini Provinsi Riau tercatat memiliki areal terbesar yaitu 1.383.477 hektare dan selanjutnya diikuti Provinsi Sumatera Utara seluas 964.257 hektare (Ganjar, 2009).

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan bangsa Indonesia yang memberikan peran yang sangat signifikan dalam pembangunan perekonomian bangsa Indonesia, khususnya pada pengembangan agroindustri (Singarimbun, 2010).

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack) berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Meskipun demikian ada yang mengatakan bahwa kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil karena lebih banyak ditemukan spesies kelapa sawit di hutan Brazil dibandingkan Afrika. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya seperti Malaysia, Indonesia, Thailand dan Papua New Guinea, bahkan memberikan hasil produksi per hektare yang lebih tinggi. Salah satunya adalah Indonesia yang merupakan salah satu produsen utama minyak sawit (Hakiki, 2010).

Hasil pengolahan kelapa sawit diantaranya adalah minyak sawit mentah *crude palm oil* (CPO), minyak plasma dan *palm kernel oil* (PKO). Produk CPO inilah yang menjadi komoditas berharga karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai macam industri karena memiliki susunan dan kandungan gizi yang cukup lengkap (Teguh, 2010).

Menurut Ganjar (2009) produksi minyak sawit Indonesia terutama CPO terus mengalami peningkatan, dari 19,2 juta ton pada tahun 2008 meningkat



menjadi 19,4 juta ton pada tahun 2009. Sementara total ekspor CPO juga mengalami peningkatan, data menyebutkan bahwa pada tahun 2008 tercatat sebesar 18,1 juta ton kemudian meningkat menjadi 14,9 juta ton sampai dengan September 2009. Dengan peningkatan tersebut, sampai saat ini Indonesia masih menempati posisi teratas sebagai negara produsen minyak kelapa sawit (CPO) terbesar dunia, dengan produksi sebesar 19,4 juta ton pada tahun 2009.

Industri yang banyak menggunakan hasil olahan CPO sebagai bahan baku adalah industri pangan serta industri non pangan. Adapun kegunaan minyak sawit untuk industri pangan adalah seperti minyak goreng, margarin *butter* serta bahan untuk membuat kue. Sedangkan untuk industri non pangan seperti industri farmasi dan industri oleokimia (hasil olahan CPO secara kimia) (Hakiki, 2010). Salah satu produk yang dihasilkan dari industri oleokimia adalah asam lemak (*fatty acid*). Asam lemak ini mempunyai nilai jual yang lebih tinggi sekaligus juga merupakan bahan dasar (bahan baku) bagi industri oleokimia, misalnya industri sabun, cat, lilin, farmasi, kosmetik, dan lain-lain (Teguh, 2008).

Mengingat bahwa peranan asam lemak sangat penting khususnya bagi industri oleokimia, maka timbul pemikiran untuk mendirikan pabrik asam lemak dari minyak sawit sebagai industri *intermediate* (antara) bagi industri-industri lain. Dampak positif lain dengan didirikannya pabrik asam lemak ini adalah dapat mengurangi jumlah impor asam lemak sehingga menghemat devisa negara, selain itu juga akan merangsang industri-industri lain sehingga akan tercipta lapangan kerja baru yang dapat mengurangi masalah pengangguran di Indonesia.

## 1.2. Kapasitas Rancangan

Prediksi kapasitas rancangan suatu pabrik didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk di masa datang, ketersediaan bahan baku, serta kapasitas minimal pabrik yang sudah ada.

### 1.2.1. Prediksi Kebutuhan dalam Negeri

Kapasitas pabrik asam lemak ditentukan berdasarkan kebutuhan dalam negeri yang berasal dari negara lain. Hal ini dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

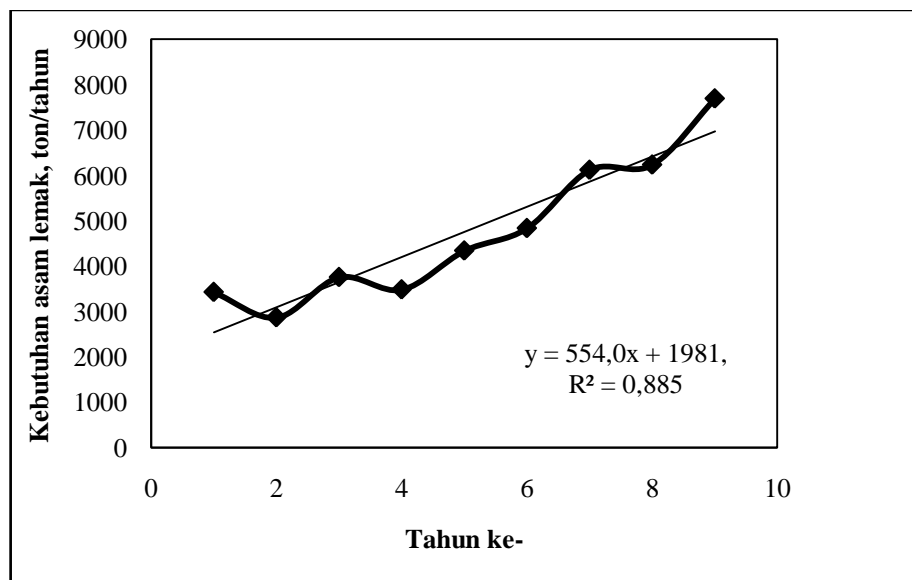


Tabel 1.1. Data kebutuhan asam lemak tahun 2000-2008.

No.	Tahun	Tahun ke-	Kebutuhan (ton/tahun)
1.	2000	1	3.427,953
2.	2001	2	2.869,041
3.	2002	3	3.756,204
4.	2003	4	3.484,155
5.	2004	5	4.340,782
6.	2005	6	4.836,276
7.	2006	7	6.120,605
8.	2007	8	6.234,907
9.	2008	9	7.693,451

(Biro Pusat Statistik, 2009)

Berdasarkan Tabel 1.1, maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan asam lemak di Indonesia pada tahun 2015 (tahun ke-16).



Gambar 1.1. Grafik kebutuhan asam lemak di Indonesia

Dari Gambar 1.1 dapat diperkirakan kebutuhan asam lemak tahun 2015 (tahun ke-16) dengan regresi linier:



$$\begin{aligned}y &= 554,0x + 1981 \\&= (554,0 \times 16) + 1981 \\&= 10.845\end{aligned}$$

Jadi, kebutuhan asam lemak pada tahun 2015 adalah 10.845 ton/tahun.

### 1.2.2. Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi asam lemak adalah minyak kelapa sawit dan air. Dilihat dari ketersediaan bahan baku di Indonesia, maka pabrik asam lemak ini layak didirikan di Indonesia mengingat Indonesia termasuk salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Di bawah ini adalah tabel produksi minyak sawit di Indonesia:

Tabel 1.2. Data produksi minyak kelapa sawit di Indonesia tahun 2002-2008.

No.	Tahun	Produksi Minyak Kelapa Sawit (ton/tahun)
1.	2002	9.622.344
2.	2003	10.440.834
3.	2004	12.326.419
4.	2005	14.619.830
5.	2006	16.569.927
6.	2007	17.796.374
7.	2008	18.306.842

(Biro Pusat Statistik, 2008)

Dari Tabel 1.2 terlihat bahwa produksi minyak kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan, sehingga ketersediaan bahan baku minyak kelapa sawit di Indonesia mencukupi untuk pembuatan asam lemak.



### 1.2.3. Kapasitas Minimal

Tabel 1.3. Data kapasitas pabrik asam lemak yang telah berdiri.

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Daudruy Van Canwenberghe and Fils	Jerman	183.000
2.	DESMET	Jerman	5.500
3.	Rugao Shuangma Chemical Co. Ltd	China	100.000
4.	PT Ecogreen	Medan	5.500
5.	PT Ecogreen	Batam	120.000
6.	PT Sinar Oleochemical International (SOCI)	Medan	120.000
7.	PT Flora Sawita	Medan	52.000
8.	PT Cisadane Raya Chemical	Tangerang	182.000
9.	PT Sumi Asih	Bekasi	100.000
10.	PT Bakrie Sumatera Plantations Tbk (BSP)	Tanjung Morawa	50.000

(Anonim, 2010)

Jadi kebutuhan Indonesia akan asam lemak pada tahun 2015 sekitar 10.845 ton/tahun. Sedangkan dari tabel 1.2 terlihat bahwa pabrik asam lemak yang sudah berdiri mempunyai kapasitas antara 5.500-183.000 ton/tahun. Agar mampu untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan sebagian untuk diekspor, maka pabrik asam lemak direncanakan dirancang pada kapasitas 120.000 ton/tahun.

Pabrik asam lemak ini direncanakan berdiri  $\pm 5$  tahun mendatang sehingga dengan melihat data tersebut di atas maka dengan meningkatnya kebutuhan asam lemak tiap tahun dapat diperkirakan kebutuhan asam lemak pada  $\pm 5$  tahun mendatang sekitar 120.000 ton/tahun.



### 1.3. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik akan sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan suatu industri. Berdasarkan pengamatan, Rokan Hilir, Riau, dirasa cocok sebagai tempat untuk mendirikan pabrik asam lemak. Secara teoretis, pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada 2 faktor, yaitu faktor utama dan faktor pendukung.

#### 1.3.1. Faktor Utama dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

##### a. Sumber Bahan Baku

Berdasarkan data statistik (BPS Semarang, 2002), Rokan Hilir, Riau merupakan daerah terbesar penghasil minyak kelapa sawit. Bahan baku diperoleh dari beberapa pabrik yang berlokasi di Rokan Hilir, Riau. Pabrik-pabrik tersebut antara lain:

1. PT Gunung Mas Raya
2. PT Lahan Tani Sakti
3. PT Salim Ifo Mas Pratama
4. PT Tunggal Mitra Plantation

##### b. Lokasi Pabrik

Provinsi Riau terdiri dari daerah daratan dan perairan, dengan luas lebih kurang 8.915.015,09 hektare (89.150 km<sup>2</sup>). Keberadaannya membentang dari lereng Bukit Barisan sampai dengan Selat Malaka terletak antara 01° 05' 00" Lintang Selatan - 02° 25' 00" Lintang Utara atau antara 100° 00' 00" - 105° 05' 00" Bujur Timur. Disamping itu sesuai Undang-undang Nomor 32 Tahun 2004 terdapat wilayah lautan sejauh 12 mil dari garis pantai (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

Di daratan terdapat 15 sungai, di antaranya ada 4 sungai besar yang mempunyai arti penting sebagai sarana perhubungan seperti Sungai Siak (300 km) dengan kedalaman 8-12 m, Sungai Rokan (400 km) dengan kedalaman 6-8 m, Sungai Kampar (400 km) dengan kedalaman lebih kurang 6 m dan Sungai Indragiri (500 km) dengan kedalaman 6-8 m. Keempat sungai yang membelah

dari pegunungan daratan tinggi Bukit Barisan bermuara di Selat Malaka dan Laut Cina Selatan itu dipengaruhi pasang surut laut (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

Adapun batas-batas Provinsi Riau bila dilihat posisinya dengan negara tetangga dan provinsi lainnya adalah sebagai berikut (Pemerintah Provinsi Riau, 2009):

1. Sebelah Utara : Selat Malaka dan Provinsi Sumatera Utara
2. Sebelah Selatan: Provinsi Jambi dan Provinsi Sumatera Barat
3. Sebelah Timur : Provinsi Kepulauan Riau dan Selat Malaka
4. Sebelah Barat : Provinsi Sumatera Barat dan Sumatera Utara



(BKPM, 2010)

Gambar 1.2. Peta lokasi pendirian pabrik

### c. Fasilitas Transportasi

#### 1. Transportasi darat

Wilayah Riau bila dilihat dari Atlas Indonesia, tampak bahwa Riau merupakan wilayah dataran rendah. Sehingga, untuk transportasi darat berupa jalan raya sudah cukup memadai. Distribusi produk melalui darat dapat



dilakukan, terutama untuk pemasaran produk asam lemak ke daerah-daerah yang dapat dijangkau dengan jalur darat (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

## 2. Transportasi laut

Riau memiliki pelabuhan laut utama, yaitu Pelabuhan Bengkalis, yang letaknya di ujung utara Propinsi Riau, di Selat Malaka. Adanya pelabuhan ini memudahkan untuk distribusi produk asam lemak (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

## 3. Transportasi udara

Fasilitas transportasi udara yang ada di Riau adalah Bandar Udara Simpang Tiga yang berada di ibukota Propinsi Riau, Pekanbaru. Dengan memanfaatkan fasilitas transportasi udara dapat juga memperlancar distribusi produk asam lemak (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

### d. Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal yang penting dalam industri. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang ditinjau dari aspek pendidikan, keterampilan, tanggung jawab yang dimiliki, dan lain-lain. Dengan didirikannya pabrik asam lemak akan berdampak terbukanya lapangan pekerjaan baru di Provinsi Riau, baik untuk tenaga kerja ahli atau tidak. Ini berarti pengangguran dapat dikurangi serta pemerataan kesempatan kerja dan kekuatan ekonomi Indonesia akan lebih mudah.

### e. Utilitas

Fasilitas utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Untuk sarana penyediaan air dapat diperoleh dari air sungai. Di Provinsi Riau banyak terdapat sungai, seperti Sungai Rokan, Sungai Tapung, Sungai Mandau, Sungai Batang Inderagiri, Sungai Siak, Sungai Kampar dan masih banyak lagi. Untuk penyediaan air di pabrik asam lemak ini, dipilih dari sungai

---





Rokan (baik Sungai Rokan Kanan maupun Sungai Rokan Kiri), karena lokasi pendirian pabrik asam lemak berada di daerah Rokan Hilir yang dekat dengan lokasi pemasok CPO dan lebih dekat dengan palabuhan. Sedangkan bahan bakar industri berupa minyak bumi, dapat dipasok dari Dumai, yang terdapat tambang minyak bumi (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

### **1.3.2. Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik**

#### **a. Harga Tanah dan Gedung**

Riau bukan daerah metropolis, sehingga harga tanah dan bangunan di Riau diperkirakan masih dapat dijangkau. Daerah Riau merupakan dataran rendah yang banyak memiliki alam sungai dan rawa (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

#### **b. Kemungkinan Perluasan Pabrik**

Riau merupakan daerah yang belum padat penduduk, daerahnya banyak rawa, sehingga dimungkinkan masih banyak terdapat lahan yang dapat dimanfaatkan untuk perluasan area pabrik (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

#### **c. Tersedianya Fasilitas Servis**

Banyaknya industri yang telah berdiri di Riau, membuktikan bahwa fasilitas servis di Riau cukup memadai, atau setidaknya tidak begitu sulit untuk memperoleh fasilitas servis. Selain itu, letaknya yang strategis untuk industri akan semakin mempermudah dalam hal fasilitas servis (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

#### **d. Tersedianya Air yang Cukup**

Air untuk proses dalam pabrik, dapat menggunakan air sungai. Di Riau banyak terdapat sungai, seperti Sungai Rokan (400 km), Sungai Tapung, Sungai Mandau, Sungai Batang Inderagiri (500 km), Sungai Siak (300 km), Sungai Kampar (400 km) dan masih banyak lagi. Sungai yang dipilih untuk penyediaan air dipabrik asam lemak adalah yang paling dekat dengan lokasi pabrik, yaitu



Sungai Rokan (baik Sungai Rokan Kanan maupun Sungai Rokan Kiri) (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

e. Peraturan Pemerintah Daerah Setempat

Peraturan Pemerintah Daerah Riau untuk pendirian industri, tidak merugikan bagi berdirinya industri di Riau. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya industri yang telah berdiri di Propinsi Riau (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

f. Iklim

Provinsi Riau pada umumnya beriklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan sepanjang tahun 2007 berkisar antara 2000-3000 mm per tahun yang dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim hujan. Sedangkan rata-rata hari hujan tercatat 167 hari. Pekanbaru merupakan kota yang paling sering turun hujan, setiap tahunnya ada 212 hari, diikuti Pelalawan 179 hari, Kabupaten Rokan Hilir 178 hari dan yang terakhir adalah Kabupaten Siak 170 hari (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

Berdasarkan data dari Stasiun Meteorologi Simpang Tiga, suhu udara rata-rata Kota Pekanbaru tahun 2007 menunjukkan 27,4°C dengan suhu maksimum 32,5°C dan suhu minimum 23,2°C. Kejadian kabut selama tahun 2003 tercatat sebanyak 45 kali dan yang paling banyak terjadi pada bulan Mei dan Juni sebanyak 13 kali. Permasalahan kabut merupakan permasalahan yang sangat serius di Provinsi Riau, karena tidak saja merusak kesehatan tetapi sudah mengganggu jalur transportasi, terutama transportasi udara (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

g. Keadaan Tanah

Jenis tanah di daerah Riau adalah beragam, dari luas 9.456 juta hektare sebagian besar jenis tanahnya adalah organosol, yaitu 4.827 juta hektare lebih (51,06%), kemudian jenis tanah pedsolik merah kuning 3.163 juta hektare lebih (33,45%) dan sisanya 0,569 juta hektare adalah jenis tanah lainnya. Keadaan

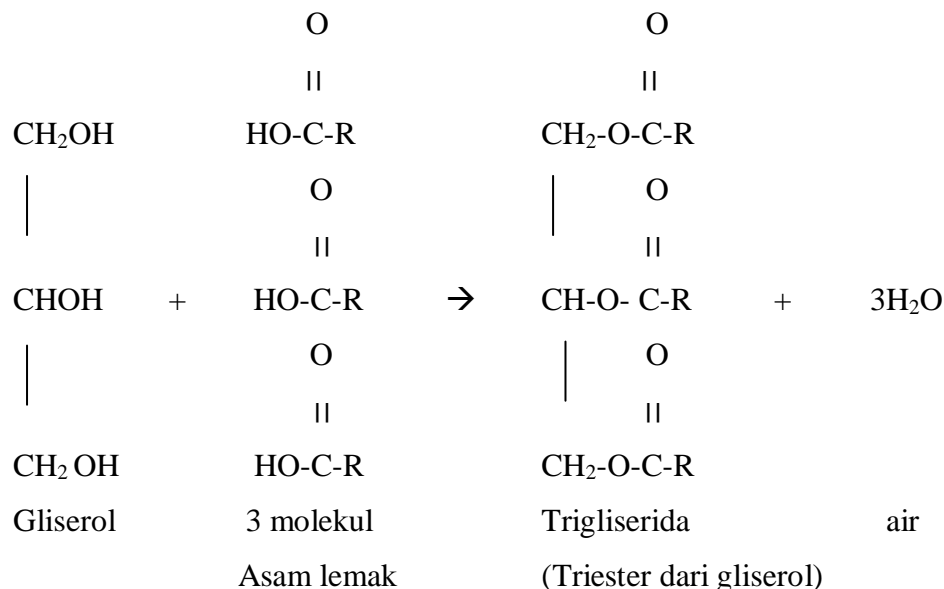


tanah di Riau relatif stabil dan berupa dataran rendah, sehingga tidak ada kendala untuk didirikan pabrik di Riau (Pemerintah Provinsi Riau, 2009).

## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Minyak dan Lemak

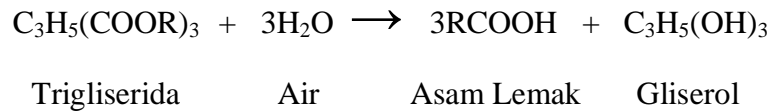
Lemak merupakan segolongan besar senyawa yang tidak larut dalam air yang terdapat di alam yang merupakan ester dari asam lemak berantai panjang ( $C_{12}$  sampai  $C_{24}$ ) dan gliserol yang dinamakan trigliserida. Persamaan umum pembentukan trigliserida adalah sebagai berikut (Wilbraham dan Matta, 1992):



Trigliserida dapat berwujud padat maupun cair, hal ini tergantung dari komposisi asam lemak yang menyusunnya. Dalam pemakaian secara umum, trigliserida yang berbentuk padat atau semipadat pada suhu ruangan disebut dengan “lemak” sedangkan yang berbentuk cair pada kondisi yang sama dikenal dengan “minyak”. Minyak merupakan trigliserida yang kaya akan asam lemak tidak jenuh, seperti asam oleat dan linoleat. Sedangkan lemak merupakan trigliserida yang kaya akan asam lemak jenuh, seperti asam stearat dan palmitat (Wilbraham dan Matta, 1992).



Proses pembuatan asam lemak dari minyak dapat dilakukan dengan cara hidrolisa. Pada proses hidrolisa minyak (*fat splitting*), air memecah gugus alkil dalam trigliserida minyak dan gliserol berdasarkan persamaan reaksi (Swern, 1964):



Reaksi hidrolisis minyak dapat dilakukan pada tekanan rendah dan suhu rendah (Agra dan Warnijati, 1972), akan tetapi reaksinya berlangsung lambat, sehingga diperlukan katalisator. Katalisator tidak diperlukan jika hidrolisis dilakukan pada tekanan dan suhu tinggi, hal ini disebabkan kelarutan air dalam minyak makin meningkat pada suhu yang tinggi sehingga mampu memecah trigliserida dalam minyak (Groggins, 1958).

Proses pengolahan minyak menjadi asam lemak secara garis besar tahapannya adalah sebagai berikut (Winarno, 1992):

- a. Pemurnian minyak dengan cara membebaskan fosfatida dengan asam fosfat lalu pencucian untuk menghilangkan kelebihan asam fosfat. Perlu dipergunakan tanah aktif untuk menyerap logam berat dan menghilangkan kotoran seperti getah (*gum*), sabun dan padatan. Untuk bahan olah minyak sawit, minyak inti sawit, dan minyak stearin sawit tahapan ini sudah tidak diperlukan karena biasanya sudah diolah di daerah penghasil.
- b. Minyak yang sudah dibersihkan kemudian diuraikan menjadi asam lemak dan gliserol dengan menambahkan air yang sudah didemineralisasi (proses hidrolisa).

#### 1.4.2. Asam Lemak

Asam lemak adalah asam karboksilat yang diperoleh dari hidrolisis suatu asam lemak atau minyak. Umumnya asam lemak mempunyai rantai hidrokarbon panjang yaitu mengandung 14-22 atom karbon dan tidak bercabang. Lemak dan minyak juga diberi nama sebagai *derivate* asam-asam lemak. Asam-asam lemak



juga dapat diperoleh dari lilin (*waxes*). *Waxes* adalah ester asam lemak dengan alkohol alifatik. Komponen asam lemak umumnya ditemukan pada binatang dan tumbuh-tumbuhan yang merupakan trigliserida yang mengandung atom karbon dengan jumlah yang sama dalam rantai hidrokarbon yang tidak mempunyai cabang (Fessenden dan Fessenden, 1984).

Asam-asam lemak yang ditemukan di alam dapat dibagi menjadi 2 golongan, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam-asam lemak tidak jenuh berbeda dalam jumlah dan posisi ikatan rangkapnya, dan berbeda dengan asam lemak jenuh dalam bentuk molekul keseluruhannya. Asam-asam lemak mempunyai jumlah atom C genap dari  $C_2$  sampai  $C_{30}$  dan dalam bentuk bebas atau ester dengan gliserol. Asam lemak jenuh yang paling banyak ditemukan dalam bahan pangan adalah asam palmitat, yaitu 15-50% dari seluruh asam-asam lemak yang ada. Asam stearat terdapat dalam konsentrasi tinggi pada lemak biji-bijian tanaman tropis dan dalam lemak cadangan beberapa hewan darat, yaitu 25% dari asam-asam lemak yang ada (Winarno, 1992).

#### 1.4.3. Macam-Macam Hidrolisa dan Pemilihan Proses

Proses hidrolisa minyak (*fat splitting*), yang saat ini dikenal ada tiga macam cara yaitu:

a. *Twitchell Splitting*

Cara ini yang paling tua dalam *fat splitting*. *Splitting* dilakukan pada tangki terbuat dari logam monel yang dioperasikan secara *batch* dengan kondisi operasi pada suhu 100-105°C dan tekanan atmosferik. Minyak dicuci terlebih dulu dengan asam kemudian bersama-sama air (20-25% dari berat minyak) dan katalis (0,1-1,25% dari berat minyak) diumpankan ke dalam tangki. Katalis (*reagent twitchell*) yang digunakan adalah *alkyl aryl sulfonic acid* atau *cycloaliphatic sulfonic acid*. Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan *steam* selama 12-48 jam. Pada cara ini dapat diperoleh konversi sebesar 85-98% (Swern, 1964).



b. *Autoclave Batch Splitting*

*Splitting* menggunakan *autoclave* merupakan proses komersial dalam pengolahan minyak menjadi asam lemak. Cara ini dilakukan tanpa menggunakan katalis didalam reaktor *autoclave* yang dioperasikan secara kontinyu dengan terbuat dari *stainless-steel*. Kondisi operasi pada suhu 240-250°C dan tekanan 28-30 atm selama 1-3 jam. Minyak dan air (30-60% berat minyak) bersama-sama dialirkan ke dalam reaktor kemudian dibiarkan bereaksi dan dapat diperoleh konversi sebesar 85-98% (Swern, 1964).

c. *Continuous High Pressure Splitting (Colgate-Emery)*

Cara ini merupakan metode yang baru tetapi beresiko tinggi dan perlu investasi peralatan yang besar serta *skill* dan pengalaman yang tinggi untuk mengoperasikannya. Cara ini dilakukan dengan menggunakan reaktor yang terbuat dari *stainless-steel* dan dioperasikan secara kontinyu pada suhu 250-260°C dan tekanan 45-50 atm selama 1-2 jam. Cara ini dilakukan tanpa menggunakan katalis dengan konversi yang diperoleh 97-99%. Perbandingan dari ketiga proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.3. Dari tabel terlihat bahwa ketiga proses mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, tetapi akan dipilih proses ke-2 yaitu *autoclave fat splitting*. Hal ini pertimbangan jika menggunakan proses *twitchell* waktu reaksi sangat lama sekali yaitu 12-48 jam dan konversi yang didapat lebih rendah dibandingkan menggunakan proses *autoclave*, selain itu katalis yang dipakai sukar untuk perolehannya dan penanganannya (Swern, 1964).

Jika digunakan proses *fat splitting* dengan *colgate-emery* maka memerlukan *skill* dan pengalaman yang cukup tinggi untuk mengoperasikannya. Selain itu kebutuhan peralatan besar karena peralatan harus tahan terhadap suhu dan tekanan tinggi sehingga biaya awal sangat tinggi padahal konversi yang didapat dan waktu reaksi yang diperlukan hampir sama dengan proses *autoclave fat splitting* (Swern, 1964).



Tabel 1.4. Perbandingan berbagai proses hidrolisis minyak konvensional.

Karakteristik	<i>Twitchell</i>	<i>Autoclave fat splitting</i>	<i>Colgate-emery</i>
Suhu (°C)	100-105	240-250	250-260
Tekanan (atm)	Atmosferik	28-30	45-50
Katalis	Asam alkilaryl sulfonat atau asam sikloalifatic sulfonat (0,75-1,25%)	<i>None</i>	<i>None</i>
Waktu (jam)	12-48	1-3	1-2
Operasi	<i>Batch</i>	<i>Continuous</i>	<i>Continuous</i>
Peralatan	Logam <i>monel</i> , <i>copper</i> , tangki kayu	<i>Autoclave stainless steel</i>	<i>Stainless steel 316</i>
Hidrolisa	85-98% terhidrolisa, 5-15% larutan gliserol, tergantung jenis lemak	85-98% terhidrolisa, 5-15% larutan gliserol, tergantung jenis lemak 95-98% terhidrolisa, 10-15% Larutan gliserol, tergantung jenis lemak	97-99% terhidrolisis, 10-25% larutan gliserol, tergantung jenis lemak
Keunggulan	Suhu dan tekanan rendah, sesuai untuk skala yang kecil, biaya awal kecil karena alat sederhana dan tidak mahal	Waktu reaksi lebih cepat dari proses <i>Twitchell</i> , hasil jernih, konversi tinggi, biaya tahunan rendah	Konversi tinggi, biaya tenaga kerja rendah, hasil jernih
Kelemahan	Penanganan katalis, waktu reaksi sangat lama, persediaan lemak yang berkualitas rendah harus direfining dengan asam untuk mencegah peracunan katalis, cenderung membentuk asam berwarna gelap, membutuhkan lebih dari 1 stage untuk <i>yield</i> yang baik dan konsentrasi gliserin tinggi, tidak dapat dikontrol secara otomatis, biaya buruh tinggi	Biaya awal cukup tinggi, waktu reaksi agak lama daripada proses <i>colgate-emery</i> , konsumsi energi cukup besar	Biaya awal tinggi, biaya tahunan tinggi, suhu dan tekanan tinggi sehingga perlu skill dan pengalaman tinggi, investasi alat dan konsumsi energi besar

(Austin, 1985)



#### 1.4.4. Kegunaan Produk

##### a. Asam Lemak

Kegunaan asam lemak, antara lain (Kirk-Othmer, 1993):

###### 1. Industri karet

Asam lemak dalam proses pembuatan karet digunakan sebagai *softening* dan *plasticizing effect*.

###### 2. Industri lilin

Dalam industri lilin, asam lemak digunakan sebagai campuran bahan untuk pembuatan lilin yang fungsinya untuk mempermudah melepaskan lilin dari cetakannya. Selain itu dengan ditambahkan asam lemak dalam proses pembuatan lilin, akan menjadikan produk lilin yang dihasilkan tidak cepat meleleh ketika dinyalakan, asap yang dihasilkan lebih sedikit mengurangi timbulnya tetesan-tetesan lilin.

###### 3. Industri kosmetik

Asam lemak dalam industri kosmetik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan produk-produk kosmetik yang fungsinya untuk memberikan keharuman dan kemilauan.

###### 4. Industri sabun

Digunakan untuk memproduksi sabun. Selain itu memberikan busa sabun lebih banyak serta keharuman dan kemilauan.

###### 5. Bila direaksikan dengan $H_2$ (hidrogenasi) akan menghasilkan *fatty* alkohol.

Adapun kegunaan dari *fatty* alkohol adalah untuk:

- Pembuatan *surfactant anionic*
- Sebagai emulsifier dalam produk-produk pembersih dan lantai

###### 6. Bila direaksikan dengan ester (esterifikasi) akan menghasilkan asam lemak. Adapun kegunaan dari ester asam lemak adalah untuk:

- Bahan campuran dalam industri-industri tekstil
- Untuk *substitute* biodiesel
- Industri farmasi (obat-obatan)





7. Bila direaksikan dengan nitrogen akan menghasilkan *fatty* nitrogen.

Produk-produk *fatty* nitrogen ini banyak digunakan dalam pengolahan limbah yang fungsinya untuk mengurangi limbah-limbah yang bersifat *unbiodegradable* sehingga menjadi *biodegradable*.

8. Dapat digunakan sebagai *lubricants* (minyak pelumas).

b. Gliserol

Kegunaan gliserol, antara lain (Kirk Othmer, 1966):

1. Peledak

Digunakan untuk membuat nitrogliserin sebagai bahan dasar peledak.

2. Industri makanan dan minuman

Digunakan sebagai solven, *emulsifier*, *conditioner*, *freeze*, *preventer* and *coating* serta dalam industri minuman anggur.

3. Industri logam

Digunakan untuk *pickling*, *quenching*, *stripping*, *electroplating*, dan *galvanizing*.

4. Industri kertas

Digunakan sebagai *humectant*, *plasticizer*, dan *softening agent*.

5. Industri farmasi

Digunakan untuk antibiotik dan kapsul.

6. Fotografi

Digunakan sebagai *plasticizing*.

7. Resin

Digunakan untuk *polyurethanes*, *epoxies*, *pthalic acid* dan *maleic acid resin*.

8. Industri tekstil

Digunakan untuk *lubricating*, *antishrink*, *waterproofing* dan *flameproofing*.

9. Tobacco

Digunakan sebagai *humectant*, *softening agent* dan *flavor enhancer*.



#### 1.4.5. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

##### a. Sifat Bahan Baku

##### 1. Minyak kepala sawit

##### a. Sifat fisika

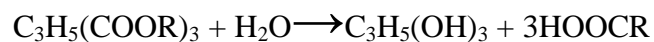
- Rumus kimia :  $C_3H_5(COOR)_3$
- Berat molekul : 847,28 g/mol
- Titik didih : 298°C
- Titik beku : 5°C
- *Specific gravity* (37,8°C) : 0,9
- Densitas : 0,895 g/cm<sup>3</sup>
- Panas jenis : 0,497 kal/g°C
- Angka sabun : 198
- Angka asam : 8
- Tegangan muka : 35,4 dyne/cm (20°C)  
27,3 dyne/cm (60°C)
- Kenampakan : Cairan kuning jingga
- Kemurnian : 98%
- Impuritas : 2%

(Ketaren, 1986)

##### b. Sifat kimia

##### • Hidrolisis

Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol, menurut reaksi:



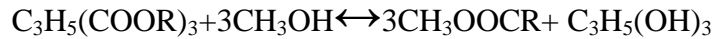
##### • Esterifikasi

Esterifikasi asam lemak adalah kebalikan dari hidrolisis, dibuat secara lengkap secara kontinyu penyingkiran air dari zona reaksi.



- Interesterifikasi

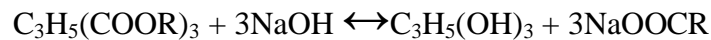
Ester beralkohol rendah diperoleh dengan mereaksikan alkohol secara langsung dengan lemak untuk menggantikan gliserol, biasanya menggunakan katalis alkali. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi ini biasa disebut alkoholisis.

- Saponifikasi

Jika lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan gliserol dan garam atau sabun atau logam alkali maka reaksinya sebagai berikut:



Reaksi ini adalah dasar reaksi yang digunakan pada industri sabun.

(Swern., 1964)

## 2. Air

- Rumus kimia :  $\text{H}_2\text{O}$
- Berat molekul : 18,0153 g/mol
- Titik didih :  $100^\circ\text{C}$
- Titik beku :  $0^\circ\text{C}$
- Temperatur kritis :  $374,15^\circ\text{C}$
- Tekanan kritis : 218,3074 atm
- Densitas :  $0,998 \text{ g/cm}^3$  (cair,  $20^\circ\text{C}$ )  
 $0,92 \text{ g/cm}^3$  (padatan)
- Panas jenis :  $0,9995 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$
- Kenampakan : Cairan jernih
- Kemurnian : 100%

(Perry, 1999)



b. Sifat Produk

1. Asam lemak

a. Sifat fisika

- Asam miristat

Rumus molekul :  $C_{14}H_{28}O_2$   
Berat molekul : 228,3750 g/mol  
Densitas (pada 50°C, 1 atm) : 0,8624 g/mL

- Asam palmitat

Rumus molekul :  $C_{16}H_{32}O_2$   
Berat molekul : 256,4290 g/mol  
Densitas (pada 50°C, 1 atm) : 0,8602 g/mL

- Asam linoleat

Rumus molekul :  $C_{18}H_{32}O_2$   
Berat molekul : 280,4510 g/mol  
Densitas (pada 50°C, 1 atm) : 0,8853 g/mL

- Asam oleat

Rumus molekul :  $C_{18}H_{34}O_2$   
Berat molekul : 282,4670 g/mol  
Densitas (pada 50°C, 1 atm) : 0,8723 g/mL

- Asam stearat

Rumus molekul :  $C_{18}H_{36}O_2$   
Berat molekul : 284,4830 kg/kmol  
Densitas (pada 50°C, 1 atm) : 0,8607 g/mL

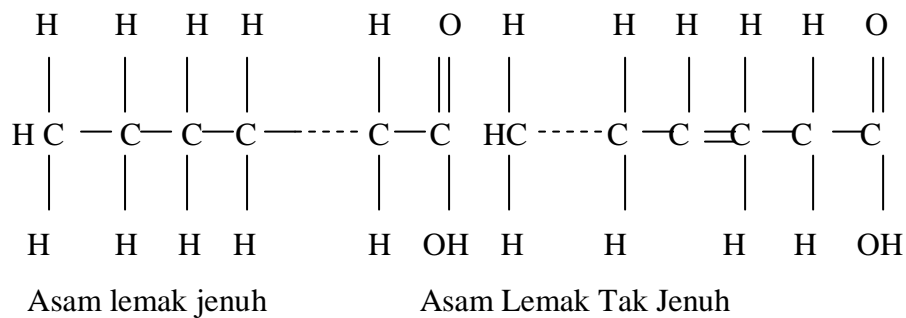
(Yaws, 1999)

b. Sifat kimia

Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon, yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen, kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan atom karbon terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Asam lemak yang pada rantai



hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya disebut dengan asam lemak jenuh. Secara umum struktur asam lemak dapat digambarkan sebagai berikut (Kirk-Othmer, 1993):



Semakin tidak jenuh asam lemak dalam molekul trigliserida maka makin rendah titik cair minyak tersebut sehingga pada suhu kamar berada pada fase cair. Minyak kelapa sawit adalah lemak semi padat yang mempunyai komposisi yang tetap (Kirk-Othmer, 1993).

## 2. Gliserol

### a. Sifat fisika

- Rumus molekul :  $C_3H_5(OH)_3$
- Berat molekul : 92,095 g/mol
- Titik didih : 290°C
- Titik leleh : 18°C
- Temperatur kritis : 451,85°C
- Tekanan kritis : 65,82778 atm
- *Specific gravity* (25°C) : 1,262
- Densitas : 1,261 g/cm<sup>3</sup>
- Viskositas : 1,5 Pa.s
- Panas jenis : 0,497 kal/g°C
- Energi : 4,32 kkal/g
- *Flash point* : 160°C



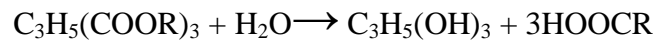
- Kenampakan : Cairan kuning pucat
- Kemurnian : 99%
- Impuritas : Air 1%

(Speight, 2005)

b. Sifat kimia

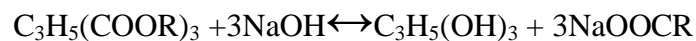
- Hidrolisis

Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol, menurut reaksi:



- Saponifikasi

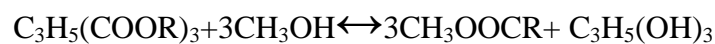
Jika lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan gliserol dan garam atau sabun atau logam alkali maka reaksinya sebagai berikut:



Reaksi ini adalah dasar reaksi yang digunakan pada industri sabun.

- Interesterifikasi

Ester beralkohol rendah diperoleh dengan mereaksikan alkohol secara langsung dengan lemak untuk menggantikan gliserol, biasanya menggunakan katalis alkali. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi ini biasa disebut alkoholisis.

(Swern, 1964)